

УДК 621.039.7

А.О. Ковальова, студ. гр. ЕО-13 С, А.П. Мартиненко, доц.,
В.Г. Мартиненко, ст. викл.

Кіровоградський національний технічний університет

Ліхеноіндикація діяльності уранодобувних підприємств

Узагальнені результати досліджень про використання лишайників в контролі такого показника якості середовища як радіоактивне забруднення, одного з найбільш небезпечних для здоров'я людей і інших представників біоти видів забруднення. Приводяться дані про накопичення сланями лишайників природних і техногенних радіонуклідів.

лишайник, індикатор, радіоактивне забруднення

Одним із методів ліхеноіндикації є біогеохімічна індикація забруднення повітря. Вона ґрунтується на визначенні кореляційної залежності між концентрацією поллютантів у повітрі та їх вмістом у сланях лишайників.

Лишайники можна розглядати як одне з ефективних депонуючих середовищ. В силу біологічних особливостей (відсутня коренева система і система регулювання надходження в слань речовин із довкілля) лишайники отримують елементи мінерального живлення із атмосфери. Цей факт привів свого часу до широкої наукової зацікавленості лишайниками як сурогатними рецепторами атмосферних випадінь і використання їх в якості біоіндикаторів забруднення середовища. Експериментально була доведена висока швидкість переходу радіоізоотопів із середовища в талом лишайника [1,2].

Для дослідження обрані такі екологічні групи лишайників: епілітні, які мешкають на поверхні гірських порід, епіфітні – на корі дерев і кущах, епігейні – на поверхні ґрунту. Об'єктом біогеохімічної індикації стали представники широко розповсюджених і таких, що найчастіше зустрічаються на Кіровоградщині, видів листоватих та кущистих лишайників (*Parmelia sulcata*, *Hypogymnia physodes*, *Cladina rangiferina*, *Cladina mitis*, *Stereocaulon* sp., *Umbilicaria* sp., *Cetraria islandica*, *Stereocaulon paschale*) на таких породах дерев: *Populus nigra* L., *Salix alba* L., *Tilia cordata* Mill., *Quercus robur* L., *Acer negundo* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Betula pendula* Rotb. При відборі проб перевага надавалася лишайникам, що ростуть на найбільш поширених в міських насадженнях *Fraxinus*, *Robinia pseudoacacia*, *Betula penolula*. В кожному пункті обстежували не менше десяти екземплярів однієї породи, одного віку (відбирали старші дерева). При виборі об'єкту дослідження керувалися також літературними даними [3] по радіостійкості лишайників. Обрали: найбільш радіостійкі *Parmelia sulcata*, *Cladina rangiferin*, середньостійкі *Hypogymnia physodes*, *Stereocaulon* sp. і найменш радіостійкі *Cetraria islandica*, *Stereocaulon paschale*.

Встановлено, що, особливо фізичні і хімічні, властивості субстрату впливають на епіфітні лишайники. Для них велике значення має структура кори, її розчленованість, жорсткість, частота відшарування. Епіфітна лишайникова рослинність різних деревних порід відрізняється за складом. На стовбурах сосен звичайна синузія

утворена *Hypogymnia physodes* і *Pseudevernia furfuracea*. На дубах, липах і інших листяних породах ці лишайники не зустрічаються, але тут розвиваються види листатої *Parmelia sulcata*, *P. caperata* і куцисті *Evernia prunastri*. Для стовбурів осики характерні угруповання, які утворені видами фісцій, ксанторій, калоплаки.

Видовий склад лишайникових угруповань залежить не тільки від виду дерева, але і від його віку. На молодих деревах листяних порід, які мають гладеньку тонку шкірку, розвиваються накипні лишайники з ендоефлеїдними сланями (види опеграфи, артонії). З віком властивості кори змінюються: вона стає грубою, на ній з'являються тріщини і нерівності. Змінюється угруповання лишайників. На такій корі оселяються листаті і куцисті лишайники (види паргелії, евернії, рамаліни), а з накипних – види леканор, лецидей. Крім того, склад епіфітних синузій лишайників на одному й тому ж стовбурі дерева відрізняється в залежності від висоти над землею. В цьому випадку на розповсюдження лишайників чинять вплив не тільки фізичні особливості кори, а і екологічні фактори – освітленість, вологість.

Визначено, що питома активність урану в сланях *Cladina rangiferina* біля вентиляційного отвору шахти досягає 1857,3; біля рудо - сортувального комплексу – 1881,9 Бк/кг (табл.1).

Таблиця 1 – Питома активність (Бк/кг) урану-238 в сланях лишайників на території промислового майданчика

Лишайник	Місце відбору проби		
	вентиляційний отвір	дробарка	1-54 км від шахти
<i>Cladina rangiferina</i>	36,9-1857,3	12,3-1881,9	12,3-147,6
<i>Cladina mitis</i>	12,3-61,5	12,3-1623,6	12,3-147,6
<i>Stereocaulon sp.</i>	24,6-328,9	-	12,3-159,9
<i>Umbilicaria sp.</i>	73,8-233,7	110,7-184,5	-

На відстані 3 км від шахти активність ізотопу складає 25 % від активності на шахті; в 6 км- 12%; в 30 км – 1%. Вміст урану-238 корелюється з наявністю його в навколишньому середовищі. При віддаленні від шахти концентрація урану-238 в сланях знижується (табл. 2). Серед представників чотирьох видів лишайників середня найменша величина поглинання урану-238 була у *Cladina mitis*, а найбільша - *Umbilicaria sp.* Неочікуваними стали відмінності в поглинанні радіонуклідів різними видами *Cladina*. Вони мають однакову анатомічну будову і структуру слані. Такі відмінності можна пояснити тільки особливостями складу вторинних метаболітів або мікроструктури клітинних стінок.

Таблиця 2 – Питома активність (Бк/кг) торію-232 і урану-238 в живих (нижній ряд) і мертвих (верхній ряд) частинах слані *Cladina mitis* на різній відстані від шахти

Радіонуклід	Відстань від шахти, м				
	0,5	3,0	6,0	12,5	30,0
Торій-232	4,43	13,63	2,1	0,52	0,52
	12,73	19,59	6,04	1,57	1,45
Уран-238	12,91	11,07	3,07	0,86	0,61
	24,48	16,97	8,36	1,97	1,72

Верхівкова молода частина слані епіфітних лишайників концентрує більше радіонуклідів за рахунок великої поглинальної спроможності. З роками за рахунок розчинення в наростаючій масі лишайника радіонукліди зміщуються із верхнього шару

в нижній. В епігейних лишайниках важких радіонуклідів більше накопичується в нижній частині слані. Максимальні відмінності концентрацій верхньої і нижньої частини слані відмічено поблизу шахти 0,5-3 км.

Населення розглядає всю територію шахти як єдину екосистему і потенційне джерело радіаційної небезпеки. Та з точки зору управління і використання, її поділяють на декілька підсистем (табл. 3). В кожній із цих зон з дерев зібрані слані лишайників *Hypogymnia physodes* і *Parmelia sulcata* для визначення альфа-, бета-, гамма-активності (табл. 3).

Таблиця 3 – Середня (мінімальна-максимальна) альфа-, бета-, гамма-активність (Бк/кг сухої маси) слані лишайників

Лишайник	Зона шахти	Активність		
		$\sum \alpha$ Sr^{90} - Y^{90}	$\sum \gamma$ Cs^{137}	$\sum \alpha$ Pu^{239}
<i>Hypogymnia physodes</i>	робоча	2665(820-10000)	348(140-660)	173(0,25-300)
<i>Parmelia sulcata</i>		891 (660-1100)	475(300-670)	125(85-180)
<i>Hypogymnia physodes</i>	індустріальна	512(330-790)	186(52-320)	300(46-500)
<i>Parmelia sulcata</i>		682(300-520)	170(100-210)	216(170-280)
<i>Hypogymnia physodes</i>	санітарно захисна	913(220-1900)	140(100-180)	196(150-260)
<i>Parmelia sulcata</i>		623(420-750)	160(160-240)	115(57-220)

Підвищена активність радіонуклідів в сланях лишайників, особливо максимальні величини, спостерігається в робочій зоні. Характерною особливістю є досить високі величини альфа-активності в сланях лишайників на всій обстеженій території. Радіоактивність більшості проб лишайників на території шахти вища нормативів прийнятих МКРЗ і ERICA. Рекомендовані зараз граничні потужності доз опромінення рослин в 80-400 разів вищі значень аналогічного показника для людини (1 мЗв/год.). Індекс радіаційного впливу на рослини, розрахований з використанням стандартів МКРЗ, не перевищує 1, отже досліджений природний об'єкт можна вважати захищеним від іонізаційного випромінювання. Якщо скористатися стандартами ERICA, то для території, що прилягає до шахти, цей норматив більший в 9 разів за нормативний.

Проблема біологічної дії малих доз іонізуючого випромінювання є надзвичайно важливою з огляду на необхідність достовірної оцінки ступеня небезпеки малих доз для здоров'я людини й нормування дозових навантажень. Оскільки досліді на людині ставити не гуманно (досить Чорнобиля), ліхеноіндикація дозволить дати відповіді про вплив уранодобувної промисловості на населення.

Список літератури

1. Бязров Л.Г., Куликов А.О. Концентрация радионуклидов в слоевищах лишайников и коре сосны вблизи Чернобыльской АЭС через 6 лет после аварии // Радиобиол. съезд, Киев, 20-25 сент., 1993: Тез.докл.-Пушино, 1993. –Ч.1. –163 с.
2. Кондратюк С.Я. Лишайники як індикатори стану довкілля // Біологія і хімія в школі, 1999. №1.– С.12-19.
3. Мартин Л.Н. Лишениндикация в условиях различного загрязнения воздуха: Автореф. дис.канд. биол.наук.-Свердловск, 1984. –17 с.

Одержано 17.04.14